شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس با رویکرد ترکیبی دلفی فازی،SWARA وWASPAS در صنعت تولید خمیر و کاغذ

سید جلال‌الدین حسینی دهشیری[۱]، مجتبی آقایی[۲*]

دانشگاه علامه طباطبایی

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۴/۲۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲

چکیده

افزایش رقابت در عصر کنونی، قوانین زیست‌محیطی و منافع اقتصادی ناشی از توجه به حوزه پایداری زنجیره تأمین، سبب شده است که شرکت‌ها به مدیریت زنجیره تأمین سبز و لجستیک معکوس توجه خاصی نمایند. هرچند شرکت‌ها به‌طور فزاینده‌ای به‌منظور در نظر گرفتن فعالیت‌های سبز و لجستیک معکوس در زنجیره‌های تأمین خود تحت‌فشار هستند، اما به دلیل وجود موانعی که در استفاده و توسعه لجستیک معکوس وجود دارد پیاده‌سازی آن با محدودیت مواجه شده است. اجرای لجستیک معکوس در صنعت کاغذ به دلیل لزوم صرفه‌جویی، کاهش هزینه و جلوگیری از قطع درختان اهمیت زیادی دارد. در همین راستا، شناسایی راهکارها و راه‌حل‌هایی برای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس در صنعت کاغذ ضروری است. ازاین‌رو در این پژوهش، ضمن شناسایی موانع اجرای لجستیک معکوس، راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس نیز شناسایی و اولویت‌بندی شدند.در ابتدا با بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه فهرستی از موانع و معیارها شناسایی گردید. سپس با بهره‌گیری از روش دلفی فازی، معیارهای شناسایی‌شده، تعدیل و نهایی شدند. در ادامه با استفاده از روش سوآرا معیارها و زیر معیارها وزن دهی شدند. همچنین فهرستی از راهکارها به‌منظور رفع موانع اجرای لجستیک معکوس از ادبیات شناسایی گردید که در مرحله بعد، با بهره‌گیری از روش واسپاس، راهکارهای شناسایی‌شده اولویت‌بندی شدند و نتایج نشان داد که راهکار دوازدهم (ایجاد، توسعه و سرمایه‌گذاری در فن‌آوری لجستیک معکوس) به‌عنوان مهم‌ترین راهکار انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: موانع لجستیک معکوس، راهکارهای لجستیک معکوس، دلفی فازی، سوآرا، واسپاس.

۱- مقدمه

مصرف انبوه، چرخه تولید کوتاه محصول و توسعه فناوری‌های تولیدی منجر به افزایش تولیدات در سطح جهانی شده است که درنتیجه، این امر موجب استفاده بیشتر از مواد خام و همچنین فضاهای موجود برای دفن ضایعات می‌گردد[۱]. این افزایش قابل‌توجه در مصرف منابع طبیعی و انرژی منجر به توسعه پایدار شده است [۲].

همچنین مقررات سخت‌گیرانه و آگاهی مصرف‌کنندگان، تولیدکنندگان را مجبور به تولید محصولات سازگار با محیط‌زیست نموده است [۳]. اخیراً، مدیریت زنجیره تأمین سبز و لجستیک معکوس نه‌تنها شرکت‌ها بلکه همچنین توجه محققین بسیاری را به خود جلب کرده است[۴] . لجستیک معکوس شامل تمام فعالیت‌های مرتبط با جمع‌آوری، بازیابی و دفع محصولات استفاده شده است[۵] . هرچند شرکت‌ها برای اجرای فعالیت‌های سبز و لجستیک معکوس در زنجیره‌های تأمین خود تحت‌فشار هستند، اما به دلیل وجود موانعی که در اجرای لجستیک معکوس وجود دارد، پیاده‌سازی آن با محدودیت مواجه شده است [۶]. اجرای لجستیک معکوس در صنعت کاغذ به دلیل هزینه‌های بالای تولید کاغذ و استفاده مداوم از چوب درختان، ضروری است که با بازیافت کاغذ دورریختنی، ضمن کاهش هزینه و جلوگیری از قطع درختان، منجر به

۱- دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، پست الکترونیک: sjahosseini@alumni.ut.ac.ir

۲*- دانشجوی دکتری، مدیریت صنعتی، تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، نویسنده پاسخگو،پست الکترونیک: Mojtaba_aghaei68@yahoo.com، نشانی: تهران، انتهای بزرگراه همت غرب، دهکده المپیک، دانشگاه علامه طباطبائی.

پایداری زنجیره تأمین کاغذ می‌گردد. بنابراین، شناسایی راهکارها و راه‌حل‌هایی برای رفع این موانع ضروری است. مطالعات پیشین نشان می‌دهد که به راه‌حل‌های واقعی، انعطاف‌پذیر و قابل‌اجرا برای پیشگیری و رفع این موانع بر اساس اولویت توجه نشده است. رتبه‌بندی راهکارها برای اینکه سازمان‌ها بتوانند راه‌حل‌های مناسب برای برطرف کردن موانع را شناسایی کنند، اهمیت دارد[۷]. اولویت‌بندی راهکارها مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره شامل معیارها و گزینه‌های مختلف است. بنابراین در این پژوهش در راستای رفع کمبودهای موجود، به شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای رفع موانع لجستیک معکوس پرداخته می‌شود. برای وزن دهی و اولویت‌بندی راهکارها، از روش تلفیقی سوآرا و واسپاس بهره گرفته می‌شود. از دلایل به‌کارگیری این تکنیک‌ها، می‌توان به استفاده از داده‌های مقایسه‌ای کمتر به علت عدم استفاده از مقایسات زوجی کامل اشاره کرد. همچنین این روش‌ها منجر به مقایسه‌ای استوارتر می‌گردد، بدین معنی که جواب‌های قابل‌اطمینان‌تری نسبت به سایر روش‌های وزن دهی می‌دهد و پذیرش بهتر از سوی خبرگانی که با محدودیت زمان مواجه می‌باشند، اشاره کرد. بهره‌گیری تلفیقی از این تکنیک‌ها از دیگر نوآوری‌های پژوهش حاضر است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

با توجه به اهمیت لجستیک معکوس و موانعی که در مسیر اجرای آن وجود دارد، پژوهش‌های بسیاری صورت گرفته که در جدول(۱) آمده است.

جدول۱. پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه لجستیک معکوس

منبع	نویسندگان- سال	حوزه مورد مطالعه	اقدامات و یافته‌ها
[۸]	شارما و همکاران (۲۰۱۱)	موانع لجستیک معکوس در هندوستان	فقدان آگاهی در مورد لجستیک معکوس، محدودیت‌های مالی و پیامدهای قانونی به‌عنوان مهم‌ترین موانع شناسایی شدند.
[۹]	چان و همکاران (۲۰۱۲)	موانع پیاده‌سازی لجستیک معکوس در صنعت خودروسازی	عدم هماهنگی و همکاری در زنجیره تأمین را به‌عنوان مهم‌ترین مانع شناسایی شد.
[۱۰]	برنون و همکاران (۲۰۱۳)	موانع لجستیک معکوس	مقاومت مدیران در برابر تغییر، عدم تمایل خرده‌فروشان به تسهیم اطلاعات مربوط به هزینه‌ها و ناسازگاری سیستم‌های فناوری اطلاعات به‌عنوان مهم‌ترین موانع شناسایی شد.
[۱۱]	استاروستکا- پاتیک و همکاران (۲۰۱۳)	موانع لجستیک معکوس در لهستان	به بررسی مراحل اجرای لجستیک معکوس و موانعی که در هر مرحله از آن وجود دارد، پرداخته شد.
[۱۲]	پوپینیو و نیتیواتانانون (۲۰۱۴)	موانع لجستیک معکوس مواد بازیافتی در تایلند	به بررسی موانع و فاکتورهای تأثیرگذار بر روی لجستیک معکوس مواد بازیافتی پرداخته شد که عوامل مؤثر بر موانع موجود در جریان ضایعات قابل بازیافت، مربوط به جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی است.

ادامه جدول۱. پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه لجستیک معکوس

منبع	نویسندگان- سال	حوزه مورد مطالعه	اقدامات و یافته‌ها
[۱۳]	بوزن و همکاران (۲۰۱۶)	موانع لجستیک معکوس در برزیل	موانع لجستیک در برزیل شناسایی و ارزیابی شد. از تکنیک‌های تلفیقی دلفی فازی (برای نهایی کردن موانع) و از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) برای اولویت‌بندی موانع بهره گرفته شد. نتایج نشان داد که موانع اقتصادی از اهمیت بالاتری برخوردار است.
[۷]	پاراکاش و باروآ (۲۰۱۷)	موانع لجستیک معکوس صنعت الکترونیک هند	یک روش انعطاف‌پذیر مبتنی بر فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) و فرایند رتبه‌بندی تفسیری (IRP) برای ارزیابی، تعیین اولویت و مقایسه موانع اجرای لجستیک معکوس ارائه شد.
[۱۴]	بوزن و همکاران (۲۰۱۷)	موانع لجستیک معکوس در برزیل	به شناسایی و ارزیابی ارتباط بین موانع لجستیک معکوس از دیدگاه مهم‌ترین ذینفعان در کشور برزیل پرداخته شد که از تکنیک دیمتل خاکستری (Grey-DEMATEL) بهره گرفته شد. آگاهی از عوامل مؤثر در محیط می‌تواند به مدیران صنعت کمک کند تا جریان‌های معکوس را از طریق راه‌حل‌های سبز برای لجستیک معکوس بهتر اجرا و مدیریت کنند.

شمارنده‌ها

از بررسی پژوهش‌های پیشین دیده می‌شود که اکثر پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه، تنها به شناسایی و اولویت‌بندی موانع اجرای لجستیک معکوس بسنده کرده و به راهکارها و راه‌حل‌هایی که برای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس است، توجهی نداشتند و هنوز خلأ مطالعاتی مهمی در این زمینه وجود دارد.

۳- چارچوب و روش پژوهش

این پژوهش ازنظر نوع هدف، پژوهشی کاربردی بوده و ازنظر شیوه گردآوری داده‌ها، توصیفی- اکتشافی است که هدف آن شناسایی و رتبه‌بندی راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس است. در گام اول با بررسی مطالعات انجام‌شده در حوزه اجرای لجستیک معکوس در زنجیره تأمین، معیارها و موانع مؤثر موردبررسی قرار می‌گیرند و فهرستی از معیارهای شناسایی‌شده در اختیار خبرگان شرکت قرار می‌گیرد، سپس معیارهای موردنظر پس از بررسی موردمطالعه و بر اساس نظر خبرگان با روش دلفی فازی، نهایی و انتخاب می‌شوند. در گام بعد با استفاده از روش سوآرا، وزن نهایی هریک از معیارها و زیرمعیارها محاسبه می‌شود. سپس با بررسی مطالعات این حوزه، راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس شناسایی می‌شوند. در ادامه راهکارهای شناسایی‌شده با استفاده از روش واسپاس، اولویت‌بندی می‌گردند.

روش دلفی فازی

این تکنیک روشی پیمایشی مبتنی بر نظرهای متخصصان است و سه خصوصیت اصلی دارد که عبارت‌اند از: پاسخ بی‌نام، تکرار و بازخورد کنترل‌شده و درنهایت پاسخ گروهی آماری[۱۵]. در بسیاری از موقعیت‌های واقعی، داده‌ها و اعداد قطعی به‌منظور مدل کردن سیستم‌های دنیای واقعی به علت ابهام و عدم قطعیت موجود در قضاوت تصمیم‌گیرندگان ناکافی است[۱۶]. گام‌های روش دلفی فازی عبارت‌اند از:

گام اول: شناسایی شاخص‌های (موانع) اجرای لجستیک معکوس با مرور جامع مبانی نظری پژوهش؛

گام دوم: جمع‌آوری نظرهای متخصصان تصمیم‌گیرنده. در این پژوهش از اعداد فازی مثلثی استفاده می‌شود.

جدول۲. عبارت‌های کلامی برای تائید شاخص‌های تصمیم‌گیری[۱۷].

متغیر زبانی	عدد فازی
خیلی کم	(۰ ،۰ ،۰/۲۵)
کم	(۰ ،۰/۲۵ ،۰/۵)
متوسط	(۰/۲۵ ،۰/۵ ،۰/۷۵)
زیاد	(۰/۵ ،۰/۷۵ ،۱)
خیلی زیاد	(۰/۷۵ ،۱ ،۱)

گام سوم: تأیید شاخص‌های پراهمیت: این کار از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر شاخص با مقدار آستانه $\tilde{S}$ صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه از چند طریق محاسبه می‌شود؛ ولی استفاده از مقدار میانگین ارزش شاخص‌ها به‌عنوان مقدار آستانه یکی از قابل‌اتکاترین روش‌ها است. محاسبه عدد فازی مثلثی τ برای هر یک از شاخص‌ها با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد:

$$\widetilde{a_{ij}} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}) \quad ; \forall i = 1,2,\dots,n \quad ,\forall j = 1,2,\dots,m \tag{۱}$$

$$\tilde{\tau_j} = (a_j, b_j, c_j) \tag{۲}$$

$$a_j = min(a_{ij}) \tag{۳}$$

$$b_j = (\prod_{i=1}^{n} b_{ij})^{\frac{1}{n}} \tag{۴}$$

$$c_j = \max(c_{ij}) \tag{۵}$$

در روابط بالا، اندیس i به فرد خبره و اندیس j به شاخص تصمیم‌گیری اشاره دارد. $\widetilde{a_{ij}}$ مقدار ارزش فازی اکتسابی هر شاخص توسط هر تصمیم‌گیرنده و $\tilde{\tau_j}$ میانگین فازی ارزش هر شاخص است؛ همچنین میانگین مقادیر فازی محاسبه‌شده از طریق رابطه ۶ ،به روش مرکز ثقل، فازی زدایی می‌شود.

$$Crisp = \frac{a + 2b + c}{4} \tag{۶}$$

بعد از محاسبه مقادیر بالا اگر مقدار فازی زدایی شده $\tilde{\tau_j} \geq \tilde{S}$ باشد شاخص موردنظر تأیید و به مرحله اصلی تصمیم‌گیری وارد می‌شود؛ ولی اگر مقدار دی فازی شده $\tilde{\tau_j} < \tilde{S}$ باشد، شاخص موردنظر رد می‌شود.

روش سوآرا[1]

مهم‌ترین مزیت این روش نسبت به سایر روش‌های مشابه، توان آن در ارزیابی دقت نظر خبرگان درباره شاخص‌های وزن داده شده در طی فرآیند روش است[۱۸]. علاوه بر این خبرگان می‌توانند با یکدیگر مشورت کرده و این مشورت نتایج حاصله را نسبت به دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره دقیق‌تر می‌کند[۱۹].

گام‌های اصلی برای وزن دهی بر اساس روش سوآرا به شرح زیر است:

گام اول: مرتب کردن شاخص‌ها؛

گام دوم: تعیین اهمیت نسبی هر شاخص (S_j)؛

گام سوم: محاسبه ضریب K_j؛

$$K_j = S_j + 1 \tag{۷}$$

گام چهارم: محاسبه وزن اولیه هر شاخص؛

$$q_j = \frac{q_{j-1}}{K_j} \tag{۸}$$

گام پنجم: محاسبه وزن نرمال نهایی؛

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \tag{۹}$$

روش واسپاس[2]

روش واسپاس یکی از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری در سال ۲۰۱۲ توسط زاواداسکاس معرفی شد و به‌عنوان یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نوین و دقیق شناخته شده است[۲۰]. این نظریه بر اساس ترکیب دو مدل از ترکیب روش WSM ۳و روش WPM ۴به‌دست‌آمده است که می‌تواند در مسائل پیچیده تصمیم‌گیری کارایی بالایی داشته باشد و همچنین نتایج حاصل از این مدل از دقت بالایی برخوردار است. در گام اوّل ماتریس تصمیم شکل می‌گیرد. ابعاد این ماتریس، $m \times n$ است.که m نشان-دهنده تعداد گزینه‌ها (سطرها) و n تعداد معیارها (ستون‌ها) است.

1– Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

2–Weighted Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS)

3– Weighted Sum Model

4– Weighted Product Model

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \begin{matrix} \\ \\ i \\ \\ \\ \end{matrix} \quad i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n} \qquad (۱۰)$$

که m تعداد گزینه‌ها و n تعداد معیارها است. x_{ij} نشان‌دهنده عملکرد گزینه i ام در معیار j ام است. x_{0j} مقدار بهینه برای معیار j ام است. اگر مقدار بهینه متغیر j ام نامعین باشد به شکل زیر مقداری برای آن تعیین می‌کنیم.

$$x_{0j} = \begin{cases} \max_i x_{ij} & ,if\ \max_i x_{ij}\ \ is preferable \\ \min_i x_{ij} & ,if\ \min_i x_{ij}\ \ is preferable \end{cases} \qquad (۱۱)$$

در مرحله اوّل باید به این نکته توجّه شود که معیارها دارای ابعاد متفاوتی هستند. در گام دوم، مقادیر ورودی اولیه برای تمامی معیارها نرمال‌سازی شده و به شکل $\bar{x}_{ij}$ درآمده که درایه‌های ماتریس $\bar{X}$ هستند، که به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \cdots & \bar{x}_{0j} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \cdots & \bar{x}_{ij} & \cdots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \cdots & \bar{x}_{mj} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \begin{matrix} \\ \\ i \\ \\ \\ \end{matrix} \quad i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n} \qquad (۱۲)$$

برای معیارهای مثبت ۱ نرمال‌سازی به شکل زیر انجام می‌شود:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \qquad (۱۳)$$

برای معیارهای منفی ۲ نرمال‌سازی به شکل زیر انجام می‌شود:

$$x_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \qquad (۱۴)$$

گام سوم-الف: محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده برای مدل WSM:

$$\bar{\bar{X}}_q = \begin{bmatrix} \bar{\bar{x}}_{11} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{1j} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\bar{x}}_{i1} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{ij} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\bar{x}}_{m1} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{mj} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{mn} \end{bmatrix}; \quad \bar{\bar{x}}_{ij} = \bar{x}_{ij}^{w_j}, i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n} \qquad (۱۵)$$

گام سوم-ب: محاسبه ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده برای مدل WPM:

$$\bar{\bar{X}}_p = \begin{bmatrix} \bar{\bar{x}}_{11} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{1j} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\bar{x}}_{i1} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{ij} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{\bar{x}}_{m1} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{mj} & \cdots & \bar{\bar{x}}_{mn} \end{bmatrix}; \quad \bar{\bar{x}}_{ij} = \bar{x}_{ij}^{w_j}, i = \overline{1,m};\ j = \overline{1,n} \qquad (۱۶)$$

گام چهارم: محاسبه مقدار تابع بهینه:

الف) با توجه به مدل WSM برای هر گزینه داریم:

$$Q_i = \sum_{j=1}^{n} \hat{x}_{ij}, i = \overline{1,n} \qquad (۱۷)$$

ب) با توجه به مدل WPM برای هر گزینه داریم:

$$P_i = \sum_{j=1}^{n} \bar{\bar{x}}_{ij}, i = \overline{1,n} \qquad (۱۸)$$

گام پنجم:محاسبات نهایی برای ارزیابی و اولویت‌بندی گزینه‌ها بر اساس:

$$WPS_i = 0.5 \sum_{j=1}^{m} Q_i + 0.5 \sum_{j=1}^{m} P_i \qquad (۱۹)$$

۴- مطالعه موردی

برای نشان دادن کارایی مدل پیشنهادی، مطالعه‌ای موردی در شرکتی که در زمینه تولید خمیر و کاغذ موردنیاز صنایع سلولزی، بهداشتی و بسته‌بندی فعالیت می‌کند، انجام شد. چوب عمده‌ترین ماده اولیه کارخانه است، چوب‌های موردنیاز از دو منبع اصلی چوب‌های استحصالی از جنگل‌های تحت اختیار شرکت و چوب‌های خریداری‌شده از بازار تأمین می‌شود. با توجه به هزینه‌بر بودن استفاده مداوم از چوب درختان، لزوم صرفه‌جویی و بازیافت کاغذ، اجرای لجستیک معکوس اهمیت خاصی دارد. گروه تصمیم‌گیری متشکل ۵ نفر از اعضای زنجیره تأمین شرکت شامل مدیران فروش، خرید و تدارکات، تولید، موجودی و انبار، لجستیک و مالی که از تخصص و تجربه لازم در این زمینه برخوردار بودند، به سرپرستی مدیریت لجستیک شرکت تشکیل گردید. موانع و معیارهای مهم در اجرای لجستیک معکوس در زنجیره تأمین پس از بررسی ادبیات پژوهش، به شرح جدول(۳)، آمده است.

1– Benefit Type Criteria
2– Cost Type Criteria

جدول۳. موانع و معیارهای مهم در اجرای لجستیک معکوس در زنجیره تأمین

موانع(معیارها)	مؤلفه‌های هر مانع(زیر معیارها)	رفرنس
موانع مدیریتی	فقدان تعهد مدیریت ارشد	[۲۱]
	فقدان برنامه‌ریزی استراتژیک	
	عدم یکپارچگی لجستیک معکوس با فرآیندهای کسب‌وکار زنجیره تأمین	
موانع سازمانی	فقدان ساختار سازمانی و حمایت مناسب	[۲۲،۲۱]
	فقدان درک مشترک از بهترین روش‌ها	
	فقدان آموزش و یادگیری در مورد لجستیک معکوس	
	فقدان(کمبود) منابع انسانی سازمانی	
	فقدان سیستم ارزیابی عملکرد	
موانع اقتصادی	ارزش اقتصادی کمتر به‌دست‌آمده از محصولاتی در انتهای دوره عمر خود هستند	[۲۳]
	هزینه‌های اولیه و عملیاتی بالا	
	عدم سرمایه‌گذاری در ذخیره‌سازی محصولات لجستیک معکوس	
	عدم سرمایه‌گذاری در سیستم اطلاعاتی لجستیک معکوس	
	عدم صرفه‌جویی نسبت به مقیاس	
موانع قانونی	فقدان قوانین و دستورالعمل‌هایی برای محصولاتی که در انتهای دوره عمر خود هستند	[۲۴ ،۲۳]
	فقدان سیاست‌های حمایتی دولت در ارتباط با لجستیک معکوس	
	عدم آگاهی مشتریان نسبت به بازگرداندن	
	فقدان تمرکز عمومی بر روی مسائل زیست‌محیطی	
	گستردگی شیوه‌های مدیریت بی‌قاعده و اصول مواد زائد	
	عدم شیوه‌های استاندارد / سبز به‌منظور بازیافت	
	ضعف در قانون‌گذاری در مورد مدیریت و کنترل مواد زائد	
موانع فنّاورانه	فقدان دسترس‌پذیری به فنّاوری و سیستم اطلاعاتی	[۲۵]
	کمبود توسعه در فنّاوری‌های بازیافت مواد	
	فقدان زیرساخت‌های فنّاورانه به‌منظور استفاده در لجستیک معکوس	
	فقدان امنیت داده‌ها و اطلاعات درون زنجیره تأمین	
	عدم رسیدگی‌های فنی نسبت به شرکای لجستیک معکوس	
موانع زیرساختی	فقدان تسهیلات زیرساختی(ذخیره‌سازی، حمل‌ونقل و ...)	[۲۴]
	برنامه‌ریزی و پیش‌بینی محدود	
	فقدان سیستمی برای نظارت بر برگشتی‌ها	
	فقدان هماهنگی و همکاری	

موانع(معیارها)	مؤلفه‌های هر مانع(زیر معیارها)	رفرنس
موانع مرتبط با بازار	عدم قطعیت در برگشتی‌ها و تقاضا	[۲۶]
	بازاریابی محصولات تعمیر شده	
	عدم‌حمایت از شرکای زنجیره تأمین	
	کمیت و کیفیت نامشخص برگشتی‌ها	
	درک مشتریان نسبت به لجستیک معکوس	

تأیید شاخص‌ها با روش دلفی فازی

به‌منظور تأیید معیارها ، ۳۴ شاخص که از مرور مبانی نظری به دست آمد در سؤال‌های پرسشنامه مخصوص روش دلفی فازی قرار گرفتند و از خبرگان خواسته شد مطابق با شرح این روش به سؤال‌ها پاسخ دهند. درنهایت پس از تجزیه‌وتحلیل داده‌های پرسشنامه روش دلفی فازی و طی چهار مرحله درمجموع ۱۰ شاخص تأیید و انتخاب شدند که نتایج در جدول ۴ آمده است.

جدول۴. شاخص‌های نهایی تأییدشده با روش دلفی فازی

موانع(معیارها)	مؤلفه‌های هر مانع(زیر معیارها)
مدیریتی	تعهد مدیریت ارشد
	یکپارچگی لجستیک معکوس با فرآیندهای کسب‌وکار زنجیره تأمین
سازمانی	ساختار سازمانی و حمایت مناسب
اقتصادی	سرمایه‌گذاری در سیستم اطلاعاتی لجستیک معکوس
	صرفه‌جویی نسبت به مقیاس
قانونی	تمرکز عمومی بر روی مسائل زیست‌محیطی
فنّاورانه	زیرساخت‌های فنّاورانه در لجستیک معکوس
	رسیدگی‌های فنی نسبت به شرکای لجستیک معکوس
زیرساختی	هماهنگی و همکاری
مرتبط با بازار	کمیت و کیفیت برگشتی‌ها

محاسبه وزن نهایی هر یک از زیرمعیارها

با استفاده از روش سوآرا و نرمال‌سازی اوزان معیارهای مؤثر، وزن نهایی معیارها محاسبه شد که در جدول شماره(۵)، به نمایش درآمده است. در ادامه وزن هر معیار مؤثر که در جدول شماره(۴)، به نمایش درآمده در وزن زیرمعیارهای هر یک از معیارها، ضرب می‌نماییم تا وزن نهایی هر یک از زیرمعیارها مطابق آنچه در جدول(۶)، به آن اشاره شده، حاصل شود.

جدول۵. محاسبه وزن معیارها با روش سوآرا

کد ابعاد	نام معیار	مقدار متوسط اهمیت نسبی	محاسبه ضریب K_j	محاسبه وزن اولیه هر شاخص	محاسبه وزن نرمال نهایی
A	مدیریتی	۱	۱	۱/۰۰۰	۰/۲۴۳
B	اقتصادی	۰/۱۷	۱/۱۷	۰/۸۵۵	۰/۲۰۸
C	قانونی	۰/۲۳	۱/۲۳	۰/۶۹۵	۰/۱۶۹
D	فنّاورانه	۰/۳۴	۱/۳۴	۰/۵۱۹	۰/۱۲۶
E	زیرساختی	۰/۱۸	۱/۱۸	۰/۴۳۹	۰/۱۰۷
F	مرتبط با بازار	۰/۳۱	۱/۳۱	۰/۳۳۵	۰/۰۸۲
G	سازمانی	۰/۲۷	۱/۲۷	۰/۲۶۴	۰/۰۶۴

جدول۶. محاسبه وزن نهایی هر یک از زیرمعیارها به روش سوآرا

کد معیار	نام معیار	وزن معیار	کد زیر معیار	نام زیر معیار	وزن زیر معیار	وزن نهایی زیر معیار
A	مدیریتی	۰/۲۴۳	A_1	تعهد مدیریت ارشد	۰/۵۵۲	۰/۱۳۴
			A_2	یکپارچگی لجستیک معکوس با فرآیندهای کسب‌وکار زنجیره تأمین	۰/۴۴۸	۰/۱۰۹
B	اقتصادی	۰/۲۰۸	B_1	سرمایه‌گذاری در سیستم اطلاعاتی لجستیک معکوس	۰/۴۶۹	۰/۰۹۸
			B_2	صرفه‌جویی نسبت به مقیاس	۰/۵۳۱	۰/۱۱۰
C	قانونی	۰/۱۶۹	C_1	تمرکز عمومی بر روی مسائل زیست‌محیطی	۱	۰/۱۶۹
D	فنّاورانه	۰/۱۲۶	D_1	زیرساخت‌های فنّاورانه در لجستیک معکوس	۰/۵۸۵	۰/۰۷۴
			D_2	رسیدگی‌های فنی نسبت به شرکای لجستیک معکوس	۰/۴۱۵	۰/۰۵۲
E	زیرساختی	۰/۱۰۷	E_1	هماهنگی و همکاری	۱	۰/۱۰۷
F	مرتبط با بازار	۰/۰۸۲	F_1	کمیت و کیفیت برگشتی‌ها	۱	۰/۰۸۲
G	سازمانی	۰/۰۶۴	G_1	ساختار سازمانی و حمایت مناسب	۱	۰/۰۶۴

بر اساس نتایج جدول(۶)، دراین‌بین، زیرمعیارهای تمرکز عمومی بر روی مسائل زیست‌محیطی، تعهد مدیریت ارشد و صرفه‌جویی نسبت به مقیاس با اوزان ۰/۱۶۹، ۰/۱۳۴ و ۰/۱۱ به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیارها شناسایی شدند.

شناسایی و اولویت‌بندی راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس

در ابتدا با مرور مطالعات صورت گرفته در این حوزه، راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس، شناسایی گردید که فهرستی از آن‌ها در جدول(۷)، آمده است.

جدول۷. راهکارهای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس

ردیف	راه‌حل	رفرنس
۱	آگاهی و حمایت مدیریت ارشد	[۲۷]
۲	برقراری تعادل بین کارایی در هزینه‌ها و پاسخگویی به مشتریان	[۲۸]
۳	همکاری کارکردی متقابل	[۲۹]
۴	همکاری استراتژیک با شرکای زنجیره معکوس	[۳۰]
۵	تمرکز استراتژیک بر جلوگیری از برگشتی‌ها	[۲۹]
۶	لجستیک معکوس به‌عنوان بخشی از برنامه پایداری	[۳۱]
۷	ارزش باز پس گرفته‌شده ناشی از برگشتی‌ها	[۲۹]
۸	ایجاد آگاهی عمومی در مورد مسائل زیست‌محیطی و حفاظت از آن	[۲۹]
۹	اجرای قوانین، مقررات و دستورات زیست‌محیطی	[۳۰]
۱۰	توسعه حمایت‌ها و امکانات زیرساختی	[۳۰]
۱۱	پیاده‌سازی شیوه‌های سبز برای محصولات الکترونیکی	[۳۰]
۱۲	ایجاد، توسعه و سرمایه‌گذاری در فن‌آوری لجستیک معکوس	[۳۰]
۱۳	ساخت همکاری الکترونیکی برای هماهنگی سریع و مؤثر در میان اعضای زنجیره تأمین	[۳۲]
۱۴	توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته از طریق یکپارچه‌سازی با لجستیک معکوس	[۲۹]
۱۵	توسعه استراتژی برون‌سپاری برای بازیابی و جمع‌آوری محصولاتی که در دوره پایانی عمر خود هستند	[۳۴،۳۳]

بر اساس روش واسپاس که یکی از جدیدترین و دقیق-ترین تکنیک‌ها برای اولویت‌بندی است، برای اولویت‌بندی راهکارهای شناسایی‌شده بهره گرفته می‌شود. در ابتدا ماتریس میانگین نظرات تصمیم تشکیل گردید که در جدول(۸)، بدان اشاره شده است.

جدول۸. ماتریس میانگین نظرات خبرگان

معیار	A_1	A_2	B_1	B_2	C_1	D_1	D_2	E_1	F_1	G_1
نوع معیار	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت	مثبت
وزن معیار	۰/۱۳۴	۰/۱۰۹	۰/۰۹۸	۰/۱۱۰	۰/۱۶۹	۰/۰۷۴	۰/۰۵۲	۰/۱۰۷	۰/۰۸۲	۰/۰۶۴
S_1	۷/۵	۸	۷	۸	۸	۶/۵	۵/۵	۸	۷	۶
S_2	۷	۷	۶	۷	۷	۴	۵/۵	۶	۶	۴/۲
S_3	۷	۷	۶	۷/۵	۷/۵	۵	۴	۷	۵	۵
S_4	۷	۷	۶	۶	۷	۴	۵/۵	۵/۵	۵	۴/۵
S_5	۶/۵	۶/۵	۵	۶/۵	۶/۵	۵	۵	۴	۴	۴/۵
S_6	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۵	۴	۴	۴
S_7	۷	۷	۶/۵	۷/۵	۷/۵	۵	۴	۶	۵	۴
S_8	۷/۵	۷/۵	۷	۸	۸	۶	۴	۷	۶/۵	۵/۵
S_9	۷	۷	۶	۷	۷	۵	۵/۵	۸	۸	۵
S_{10}	۷/۵	۸	۷	۸	۸	۶	۵	۷	۷	۵
S_{11}	۷	۷/۵	۶/۵	۷/۵	۷/۵	۵/۵	۵	۶	۶	۵
S_{12}	۸	۸	۸	۸	۸	۷	۶	۸	۷	۷
S_{13}	۶	۶	۵	۵	۶	۴	۴	۵	۵	۴
S_{14}	۸	۸	۷	۸	۸	۷	۶	۸	۷	۶
S_{15}	۷	۷/۵	۶/۵	۸	۸	۵/۵	۵	۶	۶/۵	۵

در گام بعد ماتریس تصمیم نرمال محاسبه گردید. سپس ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده برای مدل WSM محاسبه شد. در ادامه ماتریس تصمیم‌گیری نرمال شده برای مدل WPM محاسبه گردید. حال با محاسبه مقادیر Qi و Pi و محاسبه WPSi راهکارهای شناسایی‌شده رتبه‌بندی شدند که نتایج در جدول(۹) آمده است.

جدول۹. رتبه‌بندی راهکارهای شناسایی‌شده

راهکارها	Q_i	P_i	WPS_i	رتبه
$S_{۱}$	۹/۹۴۸	۰/۹۵۰	۵/۴۴۹	۳
$S_{۲}$	۹/۷۷۲	۰/۸۰۱	۵/۲۸۷	۱۱
$S_{۳}$	۹/۸۰۳	۰/۸۲۷	۵/۳۱۵	۹
$S_{۴}$	۹/۷۳۶	۰/۷۷۳	۵/۲۵۵	۱۲
$S_{۵}$	۹/۶۵۹	۰/۷۱۸	۵/۱۸۹	۱۳
$S_{۶}$	۹/۴۸۷	۰/۵۹۴	۵/۰۴۱	۱۵
$S_{۷}$	۹/۷۸۱	۰/۸۱۰	۵/۲۹۶	۱۰
$S_{۸}$	۹/۸۹۳	۰/۹۰۲	۵/۳۹۷	۵
$S_{۹}$	۹/۸۵۳	۰/۸۶۶	۵/۳۵۹	۷
$S_{۱۰}$	۹/۹۱۱	۰/۹۱۸	۵/۴۱۵	۴
$S_{۱۱}$	۹/۸۳۵	۰/۸۵۰	۵/۳۴۳	۸
$S_{۱۲}$	۹/۹۸۹	۰/۹۹۰	۵/۴۸۹	۱
$S_{۱۳}$	۹/۶۰۵	۰/۶۷۱	۵/۱۳۸	۱۴
$S_{۱۴}$	۹/۹۶۶	۰/۹۶۸	۵/۴۶۷	۲
$S_{۱۵}$	۹/۸۵۹	۰/۸۷۳	۵/۳۶۶	۶

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه با افزایش فشار رقابتی و لزوم توجه به مسائل زیست‌محیطی، اجرای لجستیک معکوس در زنجیره تأمین اهمیت دارد. پیاده‌سازی لجستیک معکوس در زنجیره تأمین صنعت کاغذ موجب کاهش هزینه و کاهش مصرف چوب درختان از طریق بازیافت کاغذهای مستعمل می‌شود. از طرفی اجرای لجستیک معکوس موجب افزایش پایداری زنجیره تأمین نیز می‌گردد. بنابراین در مطالعه حاضر، ضمن شناسایی موانع اجرای لجستیک معکوس، راهکارهای رفع این موانع نیز شناسایی و اولویت‌بندی شدند. در ابتدا با استفاده از روش دلفی فازی معیارها تعدیل و نهایی شد. سپس از روش تلفیقی سوآرا برای وزن دهی بهره گرفته شد. نتایج وزن دهی نشان داد که زیرمعیارهای تمرکز عمومی بر روی مسائل زیست‌محیطی، تعهد مدیریت ارشد و صرفه‌جویی نسبت به مقیاس به‌عنوان مهم‌ترین زیرمعیارها شناسایی شدند. در ادامه راهکارهای شناسایی‌شده با استفاده از روش واسپاس، اولویت‌بندی گردیدند که نتایج نشان داد که راهکار دوازدهم (ایجاد، توسعه و سرمایه‌گذاری در فن‌آوری لجستیک معکوس)، راهکار چهاردهم (توسعه زنجیره تأمین حلقه بسته از طریق یکپارچه‌سازی با لجستیک معکوس) و راهکار اول(آگاهی و حمایت مدیریت ارشد) به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین راهکارها برای رفع موانع اجرای لجستیک معکوس شناسایی شدند. ازاین‌رو با توجه به نتایج حاصل پیشنهادهایی اجرایی ارائه می‌گردد ازجمله اینکه شرکت موردمطالعه برای موفقیت در اجرای لجستیک معکوس باید به زیرساخت‌های آن توجه نماید و با توسعه و سرمایه‌گذاری در فنّاوری‌های مهم در این حوزه، زمینه لازم برای اجرای آن را فراهم کند که از طریق عقد قرارداد با شرکت‌های مطرح در زمینه تأمین تجهیزات و یا خرید تجهیزات موردنیاز، بستر لازم را فراهم آورد. همچنین باید به نقش همکاری و یکپارچه‌سازی در توسعه زنجیره تأمین توجه کرده و به مدیریت ارتباطات بین بازیگران در سطوح مختلف زنجیره بپردازد و افزایش یکپارچه‌سازی در زنجیره تأمین باعث می‌شود، محصول در هر مرحله‌ای از زنجیره تأمین که در فرآیند لجستیک معکوس قرار گرفت، سبب افزایش بازخور بین سطوح مختلف زنجیره، توجه به مسائل رشد پایدار و تسهیل در هماهنگی لجستیک معکوس گردد. از طرفی توجه به آگاهی و حمایت مدیریت ارشد مسئله‌ای انکارناپذیر است و بر همین اساس لازم است، ضرورت اجرای موفقیت‌آمیز لجستیک معکوس، نقش آن در کاهش هزینه‌ها و توجه به رشد پایدار برای مدیریت ارشد تشریح گردد . علاقه‌مندان به این حوزه می‌توانند برای دستیابی به نتایج قابل استنادتر، تعداد متخصصان خبره نظر دهنده را افزایش دهند و برای لحاظ کردن عدم اطمینان و ابهام نظرهای ذهنی خبرگان، از نظریه‌های دیگری نظیر تئوری خاکستری، نظریه مجموعه‌های فازی نوع۲، نظریه مجموعه-های فازی شهودی استفاده کنند. همچنین بررسی وجود ارتباط بین معیارها و بهره‌گیری از روش‌هایی مثلDANP(ترکیب DEMATEL و ANP) یا FCM و ترکیب آن با روش‌های فرا ابتکاری (LFCM) در صورت اثبات وجود این رابطه می‌تواند در پژوهش‌های آتی دنبال شود.

۶- منابع و مآخذ

[1] Van Wassenhove, L. N., & Besiou, M. (2013). ***Complex problems with multiple stakeholders: how to bridge the gap between reality and OR/MS?. Journal of Business Economics,*** 83(1), 87-97.

[2] Meng, K., Lou, P., Peng, X., & Prybutok, V. (2016). ***A hybrid approach for performance evaluation and optimized selection of recoverable end-of-life products in the reverse supply chain. Computers & Industrial Engineering,*** 98, 171-184.

[3] Guide Jr, V. D. R., Jayaraman, V., Srivastava, R., & Benton, W. C. (2000). ***Supply-chain management for recoverable manufacturing systems. Interfaces***, 30(3), 125-142.

[4] Govindan, K., Kaliyan, M., Kannan, D., Haq, A., 2014. ***Barriers analysis for green supply chain management implementation in Indian industries using analytic hierarchy process.*** Int. J. Prod. Econ. 147 (Part B), 555–568

[5] Ilgin, M. A., & Gupta, S. M. (2010). ***Environmentally conscious manufacturing and product recovery (ECMPRO): a review of the state of the art. Journal of environmental management,*** 91(3), 563-591.

[6] Kapetanopoulou P, Tagaras G (2011) ***Drivers and obstacles of product recovery activities in the Greek industry.*** Int J Oper Prod Manage 31(2):148–166.

[7] Prakash, C., & Barua, M. K. (2017). ***Flexible modelling approach for evaluating reverse logistics adoption barriers using fuzzy AHP and IRP framework.*** International Journal of Operational Research, 30(2), 151-171.

[8] Sharma, S., Panda, B., Mahapatra, S., Sahu, S., 2011. ***Analysis of barriers for reverse logistics: an Indian perspective***. Int. J. Model. Optim. 1 (2), 101–106.

[9] Chan, F.T.S., Chan, H.K., Jain, V., 2012. ***A framework of reverse logistics for the automobile industry.*** Int. J. Prod. Res. 50 (5), 1318–1331.

[10] Bernon, M., Upperton, J., Bastl, M., Cullen, J., 2013. ***An exploration of supply chain integration in the retail product returns process.*** Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manage. 43 (7), 586–608.

[11] STAROSTKA-PATYK M., ZAWADA M., & PABIAN A.,(2013). ***Barriers to reverse logistics implementation in enterprises.*** 978-1-4799-0313-9/13/$31.00 ©2013 IEEE.

[12] Pumpinyo S., & Nitivattananon V.,(2014). ***Investigation of Barriers and Factors Affecting the Reverse Logistics of Waste Management Practice: A Case Study in Thailand. Sustainability,*** 6, 7048-7062;

[13] Bouzon M., Govindan K., Rodriguez C., & Campos L(2016). ***Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP.*** Resources, Conservation and Recycling 108 (2016) 182–197.

[14] Bouzon, M., Govindan, K., & Rodriguez, C. M. T. (2017). ***Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. Resources, Conservation and Recycling.***

[15] Hsu, Y. L., Lee, C. H., & Kreng, V. B. (2010). ***The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in lubricant regenerative technology selection. Expert Systems with Applications***, 37(1), 419-425

[16] Kannan, D., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Jabbour, C. J. C. (2014). ***Selecting green suppliers based on GSCM practices: Using fuzzy TOPSIS applied to a Brazilian electronics company. European Journal of Operational Research,*** 233(2), 432-447

[17] Matook, S., Lasch, R., & Tamaschke, R. (2009). ***Supplier development with benchmarking as part of a comprehensive supplier risk management framework. International Journal of Operations & Production Management***, 29(3), 241-267.

[18] Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). ***Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). Journal of Business Economics and Management,*** 11(2), 243-258.

[19] Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B., & Varzandeh, M. H. M. (2015). ***A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran. Catena,*** 135, 122-148.

[20] Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., & Zakarevicius, A. (2012). ***Optimization of weighted aggregated sum product assessment. Elektronika ir elektrotechnika,*** 122(6), 3-6.

[21] Patil SK, RaviKant. A fuzzy AHP-TOPSIS framework for ranking the solutions of knowledge management adoption in supply chain to overcome its barriers.Expert Syst Appl 2014;41:679–93.

[22] Ahmad N, Daghfous A. ***Knowledge sharing through inter-organizational knowledge networks: challenges and opportunities in the United Arab Emirates. Eur Bus Rev*** 2010;22(2):153–74.

[23] Subramanian N., Abdulrahman MD and Gunasekaran A. ***Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors.*** Int J Prod Econ 2014;147:460–71.

[24] Rahman S, Subramanian N. ***Factors for implementing end-of-life computer recycling operations in reverse supply chains.*** Int J Prod Econ 2012;140(1):239–48.

[25] Wong CY, Boon-itt S, Wong CWY. ***The contingency effects of environmental uncertainty on the relationship between supply chain integration and operational performance. J Oper Manag*** 2011;29(6):604–15.

[26] Guide Jr VDR, Wassenhove LNV. ***The evolution of closed-loop supply chain research.*** Oper Res 2009;57(1):10–8.

[27] Shih SC, Hsu S, Zhu Z, Balasubramanian S. Knowledge sharing – A ***key role in the downstream supply chain. Inf Manag*** 2012;49(2):70–80

[28] Lancioni RA, Chandran R. ***Managing knowledge in industrial markets: new dimensions and challenges. Ind Mark Manag*** 2009;38(2):148–51.

[29] ***Price waterhouse Coopers' report. Reverse Logistics; 2008. http://www. pwc.nl/nl/publicaties/reverse-logistics***.html [accessed 23.12.13].

[30] Lau KH, Wang Y. ***Reverse logistics in the electronic industry of China: a case study. Supply Chain Manag*** 2009;14(6):447–65.

[31] Gunasekaran A, Spalanzani A. ***Sustainability of manufacturing and services: investigations for research and applications.*** Int J Prod Econ 2011;140:35–47.

[32] Johnson ME, Whang S. ***E-business and supply chain management: an overview and framework. Prod Oper Manag*** 2002;11(4):413–23.

[33] Senthil, S., Srirangacharyulu, B., Ramesh, A., 2014. ***A robust hybrid multi-criteria decision making methodology for contractor evaluation and selection in third-party reverse logistics.Expert Syst. Appl.*** 41, 50–58.

[34] Efendigil, T., Önüt, S., & Kongar, E. (2008). ***A holistic approach for selecting a third-party reverse logistics provider in the presence of vagueness. Computers & Industrial Engineering,*** 54(2), 269-287.